

中等专业学校系列教材

建筑力学

下 册

(工业与民用建筑 道路与桥梁 市政工程等专业用)

四川省建筑工程学校 王长连 主编
四川省建筑工程学校 王长连
北京建筑工程学院 王立忠 编
山东省城市建设学校 王同臻



中国建筑工业出版社

中等专业学校系列教材

建 筑 力 学

下 册

(工业与民用建筑 道路与桥梁 市政工程等专业用)

四川省建筑工程学校	王长连	主编
四川省建筑工程学校	王长连	
北京建筑工程学院	王立忠	编
山东省城市建设学校	王同臻	

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学 下册/王长连主编. —北京:中国建筑工业出版社,1999

中等专业学校系列教材

ISBN 7-112-03880-4

I. 建… II. 王… III. 建筑结构-结构力学-专业学校-教材 IV. TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 42304 号

本书是根据建设部 1997 年颁布的中等专业学校《建筑力学教学大纲》编写的。全书共三篇,分上、下两册出版。

下册为第三篇结构力学,内容包括结构的计算简图,平面体系的几何组成分析,平面静定结构的内力与位移计算,力法,位移法,力矩分配法,分层法与 D 值法,影响线及其应用,计算机在结构力学中的应用,综合练习指导等十一章。每章均有小结、思考题与习题,附录 V 附有部分习题答案。

本书系为四年制工业与民用建筑、道路与桥梁,市政工程等专业编写的教材,也适用于三年制普通中专、职工中专等教学用书,亦可供土建工程技术人员参考。

责任编辑:刘茂榆

中等专业学校系列教材

建 筑 力 学

下 册

(工业与民用建筑 道路与桥梁 市政工程等专业用)

四川省建筑工程学校 王长连 主编

四川省建筑工程学校 王长连

北京建筑工程学院 王立忠 编

山东省城市建设学校 王同臻

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京二二〇七工厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:17 字数:412 千字

1999 年 12 月第一版 1999 年 12 月第一次印刷

印数:1—8000 册 定价:17.40 元

ISBN 7-112-03880-4

G·310 (9245)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

本教材是根据建设部 1997 年颁布的,中等专业学校工业与民用建筑等专业《建筑力学教学大纲》编写的。编写中,除个别地方作了点微调外,基本上是按大纲内容顺序编写的,符合大纲的基本要求。

现行教材内容偏深偏多,难教难学,为了改变这一状况,本教材所采取的编写措施为:

1. 公式、理论尽量避开纯数学推证,能用事例说明的尽量用事例说明,且所举工程、生活实例尽量简明扼要,贴近读者实际,避免因举例太繁而影响力学学习。对于不易用事例说明的理论、公式直接给出,然后加以使用说明。

2. 在语言方面尽量通俗易懂,对于难懂的词句尽量换个简单说法;但对于工程用语力求准确、规范,字母、符号符合现行规定。

3. 所举例题力求典型、简单,所选习题与例题对应,很难很深的题目不选,基本上选的是中下层次的习题。每章均有小结、思考题,以启发思维和提高读者分析、归纳问题的能力。

4. 在编写前或编写中,广泛浏览了力学同行写的教改论文和大学力学教改教材,能汲取的尽量汲取,且编者之间互相审阅,力求做到集广大同行的教学经验于一书。为了增加适应性,部分内容、习题打了*号,对于打*号者可作为选学内容。

本书系为四年制工业与民用建筑、道路与桥梁、市政工程等专业编写的教材,也适用于三年制普通中专、职工中专等教学用书,亦可供土建工程技术人员参阅。

全书分上、下册,共三篇内容。上册包括第一篇静力学和第二篇材料力学;下册为第三篇结构力学。本书采用法定计量单位。

参加下册编写的有四川省建筑工程学校王长连高级讲师(引言、第一、二、三、四、五、六、九、十一章)、北京建筑工程学院王立忠教授(第十章)、山东省城市建设学校王同臻高级讲师(第七、八章)。

王长连高级讲师任主编,上海市建筑工程学校杜秉宏高级讲师任主审。

在编写过程中得到四川省建筑工程学校黄振民高级讲师、吴明军高级讲师的热情支持与帮助;广东省建筑工程学校郭仁俊副教授和四川大学于建华(法国博士)教授,对本书也提出了不少宝贵意见,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中疏漏、不妥之处在所难免,衷心敬请读者批评指正,以使本书质量不断完善提高。

主要符号表

符 号	符 号 意 义	常 用 单 位
A	面积	mm^2, m^2
d, D	直径 柱侧移刚度	$\text{mm} \quad \text{m}$
E	弹性模量	$\text{MPa} \quad \text{GPa}$
F, P	力, 集中力, 荷载, 广义力	$\text{N} \quad \text{kN}$
G	剪切弹性模量	$\text{MPa} \quad \text{GPa}$
G	重力	$\text{N} \quad \text{kN}$
C	传递系数	
h, H	高度	$\text{mm} \quad \text{m}$
$I(I_y, I_z)$	惯性矩(图形对 y, z 轴的惯性矩)	$\text{mm}^4 \quad \text{m}^4$
i	线刚度	kN/m
K	梁柱线刚度比	
$[K]$	单元刚度矩阵	
M	力矩 弯矩	$\text{N}\cdot\text{m} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$
m	外力偶矩	$\text{N}\cdot\text{m} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$
N	轴力	$\text{N} \quad \text{kN}$
p	分布面荷载集度	$\text{N/m}^2 \quad \text{kN/m}^2$
V, Q	剪力	$\text{N} \quad \text{kN}$
q	均匀分布线荷载集度	$\text{N/m} \quad \text{kN/m}$
R	合力 支座反力	$\text{N} \quad \text{kN}$
S	静矩	$\text{mm}^3 \quad \text{m}^3$
s_{ik}	转动刚度	$\text{kN}\cdot\text{m}$
g, f	梁的挠度	mm, m
θ, φ	转角	rad
μ	分配系数	
Δ	线位移	$\text{mm} \quad \text{m}$
Δl	绝对伸长或缩短	mm
Δ_{CV}	竖向线位移	$\text{mm} \quad \text{m}$
Δ_{CU}	水平线位移	$\text{mm} \quad \text{m}$
Δ_{iF}	由荷载引起的位移	$\text{mm} \quad \text{m}$
η	修正系数	
M_{AK}^F	固端弯矩	$\text{kN}\cdot\text{m}$
M_{AK}^M	分配弯矩	$\text{kN}\cdot\text{m}$
M_{AK}^C	传递弯矩	$\text{kN}\cdot\text{m}$
M_B	不平衡弯矩	$\text{kN}\cdot\text{m}$
V_{AK}^F	固端剪力	kN
W	功	$\text{N}\cdot\text{m}$
w	自由度	
U	弹性变形能	$\text{N}\cdot\text{m}$
G_K	永久荷载的标准值	kN

目 录

第三篇 结 构 力 学

引言	1
第一章 结构的计算简图	3
第一节 结构的计算简图	3
第二节 平面杆件结构的分类	6
小 结	8
思考题	9
习 题	9
第二章 平面体系的几何组成分析	10
第一节 平面体系几何组成分析的基本概念	10
第二节 平面体系几何组成分析的目的	13
第三节 平面体系的自由度计算及在几何组成分析中的作用	13
第四节 几何不变体系的组成规则	14
第五节 平面体系几何组成分析方法	17
第六节 几何组成与静定性的关系	19
小 结	20
思考题	21
习 题	21
第三章 静定平面结构的内力计算	23
第一节 静定结构的概念	23
第二节 多跨静定梁	23
第三节 静定平面刚架	26
第四节 静定平面桁架	32
第五节 静定平面组合结构	38
第六节 三铰拱	40
小 结	45
思考题	46
习 题	47
第四章 静定平面结构的位移计算	51
第一节 结构的位移概念	51
第二节 弹性杆件的功能原理	51
第三节 单位荷载法	54
第四节 图乘法	59

第五节 静定结构由支座移动产生的位移计算	65
第六节 弹性体系的互等定理	66
小 结	68
思考题	69
习 题	70
第五章 力法	74
第一节 超静定结构的一般概念	74
第二节 力法的基本原理	77
第三节 力法的典型方程	78
第四节 荷载作用下超静定结构的内力计算	80
第五节 支座移动时单跨超静定梁的内力计算	89
第六节 荷载作用下超静定结构的位移计算	92
第七节 力法基本结构的合理选择	93
* 第八节 超静定拱的内力计算	98
小 结	109
思考题	110
习 题	111
第六章 位移法	114
第一节 位移法的基本概念	114
第二节 等截面单跨超静定梁杆端内力及转角位移方程	115
第三节 位移法的基本结构和基本未知量	119
第四节 位移法的典型方程	121
第五节 无侧移刚架的内力计算	123
* 第六节 有侧移刚架的内力计算	128
小 结	133
思考题	133
习 题	134
第七章 力矩分配法	137
第一节 概述	137
第二节 力矩分配法的基本原理	137
第三节 用力矩分配法计算连续梁和无侧移刚架	143
第四节 等截面等跨度连续梁内力计算的查表法	148
小 结	149
思考题	150
习 题	150
*第八章 分层法与 D 值法	153
第一节 概述	153
第二节 分层计算法	153
第三节 D 值法的基本原理	156
第四节 多层多跨框架柱侧移刚度 D 的确定	159
第五节 反弯点高度比的确定	162
第六节 D 值法示例	168

小 结	172
思考题	173
习 题	174
第九章 影响线及其应用	175
第一节 移动荷载与影响线的概念	175
第二节 用静力法作静定单跨梁的影响线	175
第三节 节点荷载作用下主梁的影响线	180
第四节 影响线的应用	182
第五节 梁的内力包络图	188
小 结	191
思考题	192
习 题	192
*第十章 计算机在结构力学中的应用	195
第一节 概述	195
第二节 矩阵位移法基本概念	195
第三节 不计轴向变形的单元刚度矩阵	196
第四节 结构刚度矩阵	198
第五节 非节点荷载的等效化及等效节点荷载	205
第六节 矩阵位移法解题步骤及例题	207
第七节 平面刚架 BASIC 语言源程序	211
小 结	220
思考题	221
习 题	221
第十一章 综合练习指导	222
第一节 综合练习的目的	222
第二节 平时综合练习内容及参考题	222
* 第三节 结构的最不利荷载组合	226
第四节 结业综合练习示例及参考题	228
小 结	232
思考题	232
习 题	232
附录	235
附录 I 楼面和屋面活荷载	235
附录 II 常用材料和构件的自重	237
附录 III 部分典型桁架在常见荷载作用下的内力系数表	247
附录 IV 等截面等跨连续梁在常用荷载作用下的内力系数表	254
附录 V 部分习题答案	260
参考文献	264

第三篇 结构力学

引 言

结构力学是研究建筑结构的几何组成规律和在荷载等因素作用下的内力、变形与稳定性计算理论和计算方法的一门学科。它是一门技术基础课。

建筑结构通常指,由建筑材料构成,直接或间接的与地基连接,在力的作用下能维持平衡,并起骨架作用的整体或部分建筑物,简称为**结构**。如房屋中的梁、板、柱、屋架、基础等构件,以及由这些构件组成的体系,都是结构的工程实例。因这类结构是由若干杆件按照一定的方式组合而成的几何不变体系,所以称为**杆件结构**。按目前国内学科的划分方法,本门课的主要研究对象为杆件结构。因而通常所说的结构力学,指的就是杆件结构力学。

研究杆件体系几何组成的目的在于,1. 判断杆件体系是否是几何不变的,以决定它能否作为结构;2. 研究几何不变体系的组成规律,以保证所设计的结构能承受荷载并维持平衡;3. 根据体系的几何组成,确定结构是静定的或是超静定的,以便选择相应的计算方法及受力分析的顺序。

结构的内力与变形计算是本课程的中心内容。它又分为静定结构的内力与位移计算和超静定结构的内力与位移计算。**静定结构**是指只凭静力平衡条件就可求出全部反力和内力的结构,**超静定结构**的内力和反力不能全凭静力平衡条件求出,还必附加变形的连续条件。**超静定结构**内力的计算方法很多,常用的方法有力法、位移法、矩阵位移法、力矩分配法、分层法与 D 值法等。其中力法与位移法是两种基本方法,其它方法都是派生方法。

目前,计算机在结构力学中的应用十分广泛,如若掌握此种计算,那么复杂的内力、位移计算就会变得很简单了。建议有条件的学校都应积极推行计算机在结构力学中的应用。

本书不研究结构的稳定性问题,而规划在建筑结构课中讲授。

计算结构内力和位移的目的在于,进行强度、刚度和稳定性计算;计算强度和稳定性的目的是使结构具有足够的牢固性,计算刚度的目的是使结构不产生超过允许范围的变形。不仅设计新结构时要进行这三方面计算,而且对于旧结构,当使用荷载有改变时也必须进行这三方面的计算,以便考虑对结构是否加固或改变使用条件。

从结构力学的研究任务来看,它与材料力学有许多共同之处,如它们都是研究弹性变形体、小变形;都是主要研究内力和变形,只不过研究的对象有所不同而已。材料力学主要研究单个杆件的计算理论和方法,如杆、梁、轴、柱的拉、压、剪、弯、扭及其组合变形计算等;而结构力学主要研究由杆件组成的体系的计算理论和方法,如连续梁、桁架、刚架等。

由学习结构力学的先辈实践证明,如在学习结构力学中,能将材料力学、结构力学融会

贯通地理解、领会,那将收到事半功倍的效果。建议同学在学习结构力学时,将涉及到的材料力学知识加以回眸,复习。

综合练习是指学完某一单元或学完力学后的一次系统复习、应用,它是巩固所学力学知识的有力手段。望有条件的学校,根据大纲要求,认真做好综合练习。

第一章 结构的计算简图

第一节 结构的计算简图

一、结构计算简图的概念

当分析某一实际结构,在荷载及其它因素作用下的内力和变形时,并不是将实际建筑物原封不动地进行分析,而是有意识地将建筑物的某些次要因素忽略,保留其主要因素,取其简化图形来分析,这种经过简化后的计算图形,称为**结构的计算简图**。在工程设计计算中都用它来代替实际结构,书上所称的结构,都不是指实际建筑物,而是它的计算简图。一般讲,实际结构是很复杂的,如完全按实际情况进行分析,有时几乎是不可能的,即使是分析那也是很繁琐的,以工程观点而论那是不必要的。如图 3-1-1a 所示某教室大梁示意图,两端搁置在墙上,即是这样的简单问题,如果按实际分析也是很困难的。首先需要确定墙对梁的反力沿墙宽度的分布规律,这就是一个不易解决的问题。现假定它沿墙宽均匀分布,其合力必然通过承力墙宽的中点,再结合梁的变形,可以分别用固定铰支座和活动铰支座代替墙对梁的支承;同时由于梁的截面尺寸与长度相比很小,可以用梁的轴线来代替梁本身,将梁自重及荷载化成线荷载。经过这样的简化法,就可用图 3-1-1b 所示的计算简图来代替实际梁的内力、变形计算。实践已证明,如果墙宽度比梁的长度小得多,同时梁的高度也比长度小得多(绝大多数梁都满足这种情况),进行这样的简化在工程上是完全允许的。

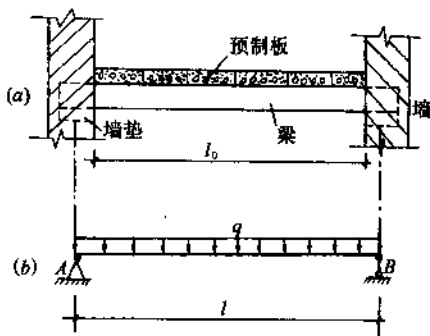


图 3-1-1

二、计算简图的简化原则

在工程上所谈的对结构进行受力分析,实际上就是对结构计算简图的受力分析,结构的各种计算都是在结构计算简图上进行的。因此,计算简图选择的正确与否,不仅直接影响计算的工作量和精确度,如果选取的计算简图不能较准确地反映结构的实际受力情况或选择错误,那就会使计算结果产生较大的偏差,也可能造成工程事故。因此,对计算简图的选择,必须持慎重态度。计算简图的选择原则为:

1. 保留实际结构的基本受力特征;
2. 略去次要因素,使计算尽可能简化。

这两条原则说起来很简单,但实际操作时就不那么简单了,一方面需要对工程有较丰富的实践经验,另一方面要善于分析主要与次要因素的相互关系及其相对性。对于初学者来说是很困难的,现在只能学好工程上成熟的计算简图的选取思路,会取常见结构的计算简图,随着知识的增多,分析能力的增强,自然而然的就会逐渐提高选取结构计算简图的能力。

力。

在此还要指出,计算简图的选择,还应按下列不同情况区别对待:

1. 结构的重要性 对重要的结构应采用比较精确的计算简图,以提高计算结果的可靠性。

2. 不同的设计阶段 在初步设计阶段,可以采用比较粗略的计算简图;而在技术设计阶段,则应采用比较精确的计算简图。

3. 计算问题的性质 对结构进行动力计算或稳定性计算时,由于计算比较复杂,可以采用比较简单的计算简图;而在结构静力计算时,则应采用比较精确的计算简图。

4. 计算工具的不同 手算时计算简图应力求简单;用电子计算机计算时,则可采用较为精确的计算简图。

三、计算简图的简化内容

1. 结构体系的简化

严格地说,实际结构都是空间结构,它是由若干个部分相互联结成为一个空间整体,以承担各个方向可能出现的荷载及其他作用。如果空间结构在某些平面内的杆系结构主要承担平面内的荷载时,可以略去一些次要的空间约束,将实际空间结构分解为平面结构进行计算。例如,图 3-1-2a 所示多跨多层框架结构,实际上是由梁和柱组成的空间结构,在结构设计时都是按图 3-1-2b、c 所示的平面结构进行计算。对于水平荷载及地震作用来说,结构的横向刚度比较小,纵向刚度比较大。为了保证结构安全,通常取横向刚架(图 3-1-2c)进行计算。计算横向刚架时要考虑竖向荷载和横向水平荷载;而纵向刚架(图 3-1-2b)则只承受纵向风载与纵向地震力。平常对横向刚架,只验算地震力,因为它的通风面积小,承受风荷小,面抵抗外载的柱子又多,因此风荷载所产生的内力可以忽略。另外,横向刚架还有一个优点,即刚架形式简单,便于计算。实践证明,大多数空间结构都可简化成平面结构进行计算,这种简化称为结构体系的简化。

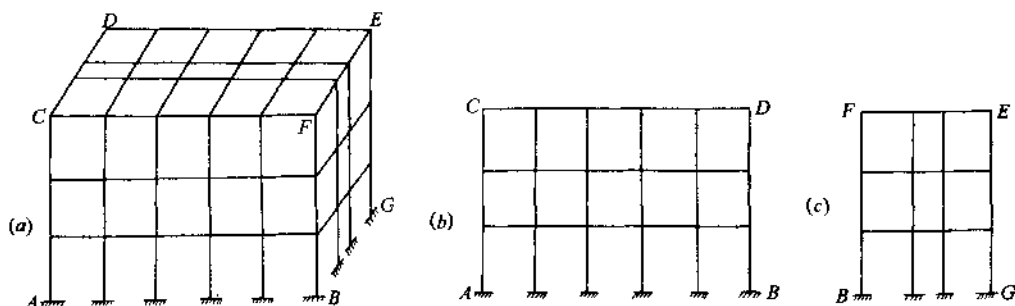


图 3-1-2

2. 杆件的简化

杆件有直杆和曲杆,每根杆都可以用轴线表示。杆件之间用节点连接,节点位于各杆轴线的交汇处,杆长用节点间的距离表示。

3. 节点的简化

结构中各杆件相互连接的部分,称为节点。根据结构的受力特点和节点的构造情况,通常简化成铰节点和刚节点两种类型。

(1) 铰节点 铰节点用小圆圈表示,它的特点是各杆件可以绕节点自由转动。因此,铰节点只传递轴力和剪力,不传递弯矩。这样的铰节点称为理想铰节点,理想的铰节点在实际结构中是很难实现的。但若结构的几何构造及外部荷载符合一定条件,节点的刚性对结构受力状态的影响属于次要因素时,这时为了简化和基本反映结构的受力特点,也将结构的节点看作理想铰节点。例如桁架结构,尽管钢桁架和钢筋混凝土桁架,各杆之间的连接是很牢固的,但为了简化和反映节点荷载作用下桁架的受力特点,在计算简图中仍作为铰节点处理。由大量实验早已证明,这样处理能基本上反映桁架的受力特点(主要受轴力作用),如把各杆件的连接看作下面讲的刚节点,那就计算很繁了。根据两个简化原则,故可作为铰节点处理。

(2) 刚节点 刚节点的特征是,结构变形前后,汇交节点处的各杆之间的夹角不变。因此,刚节点既可传递轴力和剪力,也可传递弯矩。

4. 支座的简化

将结构支承于基础或其它支承物时的装置,叫支座。它的作用是限制或阻止结构沿某一个或几个方向的运动,并由此产生相应的支座反力。平面结构的支座主要有以下几种类型:可动铰支座,固定铰支座,固定支座和定向支座等。前三种支座详见第一篇第一章第三节,在此只讲定向支座。

图 3-1-3a 表示一定向支座,这种支座允许杆件沿支承面方向移动,但不能产生垂直于支承面的移动和转动。因此,这种支座产生两个支反力 V_A 和 M_A 。在结构计算简图中,用两根互相平行且垂直于支承面的链杆表示(图 3-1-3b)。

在此应指出,上述支座都是假定支座本身是不变形的,因此总称它们为刚性支座。如果在结构计算中,需要考虑支座本身的变形时,则这种支座称为弹性支座。弹性支座又分为线弹性支座(图 3-1-4a)和转动弹性支座(图 3-1-4b)。K 分别表示弹性支座产生单位位移和角位移时,所产生的反力或力矩,称为弹性刚度系数,在工程手册上均可查到。

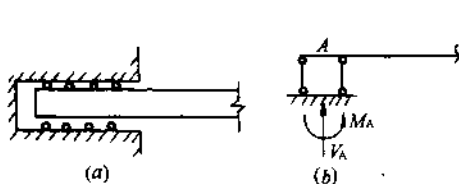


图 3-1-3

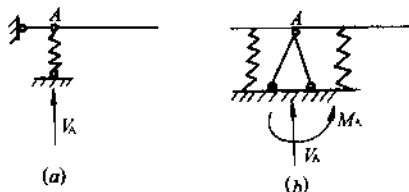


图 3-1-4

5. 荷载的简化

荷载通常是指作用在结构上的主动力。如结构自重、水压力、土压力、风压力以及人群及货物的重量、吊车轮压等,它们在结构荷载规范中统一称为直接作用,另外还有间接作用,如地基沉陷、温度变化、构件制造误差、材料收缩等,它们同样可以使超静定结构产生内力和变形。

合理地确定荷载,是结构设计中非常重要的工作。如估计过大,所设计的结构尺寸将偏大,造成浪费;如将荷载估计过小,则所设计的结构不够安全。因此,在结构设计计算中,要考虑各种荷载,根据国家颁布的《建筑结构荷载规范》来确定具体荷载值。关于荷载的分类详见第一篇第一章第五节。

【例 3-1-1】 图 3-1-5a 所示为一预制 T 形梁,两端搁置在砖墙上,梁上有一重物 W 。试选择此梁的计算简图。

【解】 将搁置在砖墙上的预制钢筋混凝土简化成计算简图,需经四方面的简化:

1. 梁本身的简化 梁属于杆件,以杆件的轴线代替梁,略去截面形状、尺寸等因素。

2. 梁的跨度确定 梁与墙之间接触面上的压力分布是很复杂的,当接触面的长度不大时,可取梁两端与墙接触面中心的间距作为梁的计算跨度 l ,如图 3-1-5b 所示。为了简化计算,有时也取 $l = 1.05l_0$ 作为计算跨度,其中 l_0 为梁的净跨度。

3. 支座的简化 由于梁嵌入墙内的实际长度比较短,加之梁与梁垫之间是用水泥砂浆联结的,坚实性较差,所以在受力后有产生微小松动的可能,不能起到固定支座的约束作用。另外,梁作为整体虽然不能有水平移动,但又存在着由于梁的变形而引起梁端部有微小伸缩的可能性。所以,通常把梁的一端简化成固定铰支座,另一端则简化成可动铰支座,如图 3-1-5b 所示,这种型式的梁称为外伸梁。

4. 荷载的简化 梁的自重可简化为沿梁纵轴均匀分布的线荷载。人群等楼面荷载一般按均布考虑,将它与预制板、抹灰等的重量合并在一起,折算成沿梁轴分布的均布线荷载。经过这四种简化,最后得计算简图如图 3-1-5b 所示。

【例 3-1-2】 试选择图 3-1-6a 所示, U 形钢筋混凝土渡槽的计算简图。

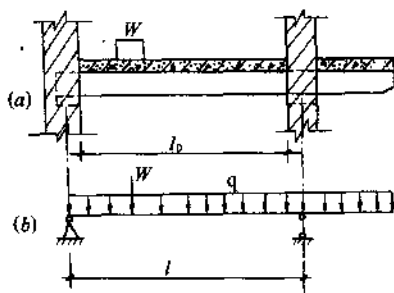


图 3-1-5

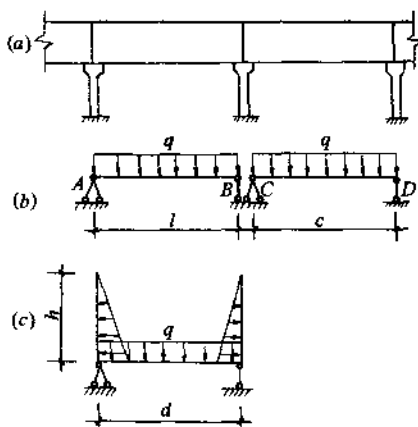


图 3-1-6

【解】 可将渡槽本身视为支承在支架上的简支梁,梁的横截面为 U 形,所受荷载是均布的水重和自重,计算简图如图 3-1-6b 所示。进行横截面计算时,可用两个垂直于纵向轴线的平面,从槽身截出单位长的一段,作为一个 U 形刚架,如图 3-1-6c 所示。此刚架所受的荷载为内部水压力,在底部为均匀分布,在两侧为三角形分布。

第二节 平面杆件结构的分类

结构力学所研究的对象是经过简化后的结构计算简图。因此,所谓结构的分类也就是对结构计算简图的分类。按其构件的几何性质可分为下列三类:

一、杆件结构

这类结构是由若干杆件,按照一定的方式而组合成的体系。杆件的几何特征是,横截面高、宽两个方向的尺寸要比杆长小得多,例如,图 3-1-1 所示的梁,3-1-2 所示的刚架等都属

杆件结构。

二、薄壁结构

这类结构是由薄壁构件按照一定的方式组合而成的。它的几何特征是,其厚度要比长度和宽度小得多。如图 3-1-7a 所示的薄壳屋面。

三、实体结构

这类结构本身看作是一个实体构件,或由若干实体构件按照一定的方式组合而成的。它的几何特征是,长、宽、高三个方向的尺寸大体相近。如图 3-1-7b、c 所示的挡土墙、基础等。

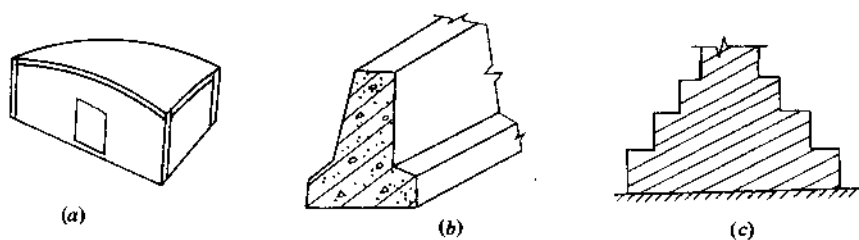


图 3-1-7

根据目前国内学科的划分方法,结构力学的主要研究对象是杆件结构。因而通常所说的结构力学,指的就是杆件结构力学。对于薄壁结构和实体结构的受力分析都是在弹性力学中研究。为此,下面只对杆件结构作进一步的分类。根据杆件结构的几何特征和受力特点,可将平面杆件结构分成下列五类:

1. 梁 梁是一种受弯为主的构件,其轴线通常为直线。梁可以是单跨的(图 3-1-8a、b),也可以是多跨的(图 3-1-8c、d)。

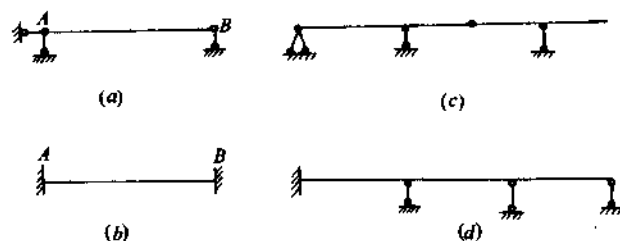


图 3-1-8

2. 桁架 桁架是由若干链杆组成的结构(图 3-1-9a、b),其杆件轴线通常为直线,一般只承受节点荷载作用,所以各杆内力仅有轴力。



图 3-1-9

3. 刚架 刚架是由直梁和直柱全部或部分用刚节点组合而成的结构(图 3-1-10)。刚架各杆通常同时承受弯矩、剪力和轴力,多数刚架以承受弯矩为主。

4. 拱 拱的轴线通常为曲线,它的特点是:在竖向荷载作用下产生水平反力(图

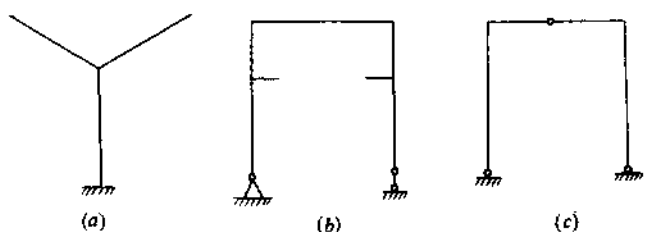


图 3-1-10

3-1-11)。这种水平反力的存在,将使拱内弯矩远小于同跨度、同荷载、同支承的梁的弯矩。

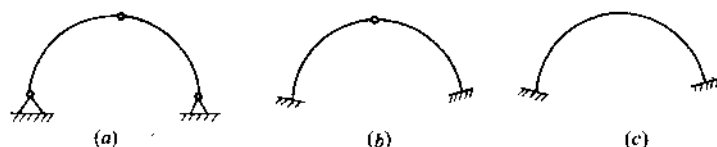


图 3-1-11

5. 组合结构 这种结构是由梁和桁架(图 3-1-12a),或由刚架和桁架(图 3-1-12b)组合在一起的结构。在这种结构中,桁架杆只承受轴力,梁式杆除承受轴力外,同时还承受弯矩和剪力。

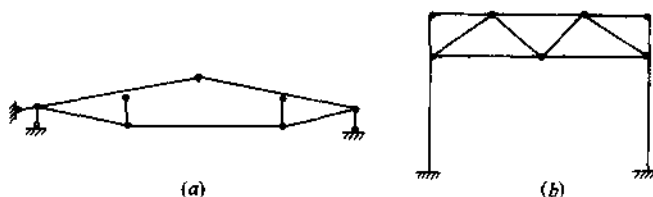


图 3-1-12

杆件结构根据计算方法的特点,可分为静定结构和超静定结构。若一结构在承受任意荷载时,所有反力和任一杆的内力均可由静力平衡条件来确定,则这种结构被称为**静定结构**(图 3-1-8a、c)。反之,若一结构的反力和内力不能仅由静力平衡条件来确定,还必须考虑结构的变形连续条件才能求出时,则这种结构称为**超静定结构**(图 3-1-8b、d)。

小 结

建筑结构系指能承受荷载、维持平衡并起骨架作用的整体或部分建筑物。为了简化计算,需将实际结构经结构体系、杆件、节点、支座、荷载的简化,用结构计算简图来代替。工程中所说的对结构进行受力分析,实际上也就是对结构计算简图的受力分析。结构力学也就是研究结构计算简图的组成规律,与内力、位移和稳定性计算的一门学科。

结构计算简图的简化原则为:

- (1) 保留实际结构的基本受力特征;
- (2) 略去次要因素,使计算尽可能简化。

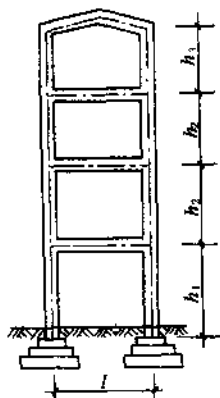
按照不同的几何特征和受力特点,将平面杆件结构分为梁、桁架、刚架、拱和组合结构等。

思考题

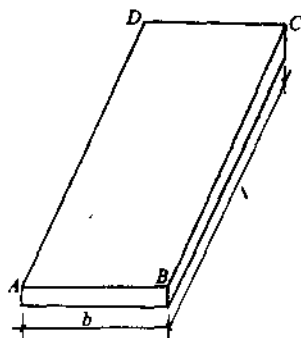
- 3-1-1 何谓建筑结构？何谓结构计算简图？
3-1-2 结构计算简图的简化原则是什么？简化内容有哪些？
3-1-3 结构力学的研究对象是什么？任务是什么？

习题

- 3-1-1 将图示框架化成结构计算简图。
3-1-2 图示四边简支板，长 l 是宽 b 的 2.5 倍，主要由短边承受荷载，请画出该板的计算简图。



题 3-1-1



题 3-1-2